



19 **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENTAMT**

12 **Patentschrift**
10 **DE 43 41 211 C 1**

51 Int. Cl.⁶:
H 04 L 5/02
H 04 H 3/00
H 04 L 29/00

21 Aktenzeichen: P 43 41 211.4-31
22 Anmeldetag: 3. 12. 93
43 Offenlegungstag: —
45 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 20. 4. 95

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 **Patentinhaber:**
Grundig E.M.V. Elektro-Mechanische
Versuchsanstalt Max Grundig holländ. Stiftung & Co
KG, 90762 Fürth, DE

72 **Erfinder:**
Gärtner, Eduard, Dipl.-Ing. (FH), 92369 Sengenthal,
DE

56 **Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:**

DE 42 22 877 A1
DE 41 28 713 A1
DE 41 13 584 A1
EP 04 41 730 A1
WO 92 05 646
WO 88 00 417

LEE, Edward A.;
MESSERSCHMITT, David G.: Digital
Communication;

Boston, Kluwer Academic Publishers, 1988,
S. 587-641 ISBN 0-89838-274-2;
STARKE, Lothar: Terrestrischer digitaler Tonrund-
funk;
In: telekom praxis, 1992, H. 12, S. 27-31;
KAYS, Rüdiger: Digitale
Fernsehübertragung-System-konzepte und
Einführungschancen;
In: Fernseh- und Kino-Technik 1992, H. 9, S. 559-570;

54 **Verfahren und Schaltungsanordnung zum Einfügen von Daten in ein Übertragungssignal**

57 Es ist seit langem bekannt, daß Rundfunkübertragungen in einem Gleichwellennetz erhöhte Anforderungen an die Synchronisation der zu einem Gleichwellennetz zusammengesetzten Sender stellen. Das gleiche Problem tritt auf, wenn man zusätzliche Daten in einem Gleichwellennetz regional übertragen will. Damit keine Interferenzstörungen zwischen dem Mehrkanalübertragungssignal und den zusätzlich regional übertragenen Daten auftreten, muß beim Einfügen der zusätzlichen Daten in das Mehrkanalübertragungssignal eine gute frequentielle und zeitliche Synchronisation in den einzelnen Sendern gewährleistet werden. Dies wird erfindungsgemäß sichergestellt, indem in jedem Gleichwellensender, der auch zusätzliche Daten ausstrahlt, das ohnehin übertragene Zeitreferenzsymbol zur zeitlichen Synchronisation von in das Mehrkanalübertragungssignal einzufügenden Daten ausgewertet wird. Zusätzlich bietet eine zeitliche Fensterung des Mehrkanalübertragungssignals die Möglichkeit, Daten, insbesondere Steuerdaten, von einer Zentrale zu den angeschlossenen Sendern zu übertragen. Weiterhin wird ein Frequenzreferenzsymbol ausgewertet, um die Frequenzsynchronisation der einzelnen Sender des Gleichwellennetzes sowie des Mehrkanalübertragungssignals und der zusätzlichen Daten zu verbessern. Das erfindungsgemäße Verfahren kann in allen Gleichwellennetzen angewandt werden, insbesondere, wenn zusätzliche Daten mit dem Übertragungssignal zeitlich und in der Frequenz synchronisiert werden müssen.

DE 4341211 C 1

DE 4341211 C 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum zeit- und frequenzsynchronen Einfügen von Daten in ein nach einem Mehrkanalübertragungsverfahren gebildetes Übertragungssignal gemäß dem Oberbegriff der Patentansprüche 1 oder 13 und eine Schaltungsanordnung zur Durchführung des Verfahrens gemäß dem Oberbegriff der Patentansprüche 6, 7, 8 oder 9.

Zur Verbesserung der Übertragungsqualität und der Nutzung der Übertragungsbandbreite werden zunehmend digitale Übertragungsverfahren eingesetzt. Bei der digitalen Rundfunkübertragung, unter der Abkürzung DAB (Digital Audio Broadcasting) bekannt, wird ein Mehrkanalübertragungsverfahren mit einer Rahmenstruktur benutzt. Die Verteilung der Übertragungsdaten erfolgt dabei nach dem aus der WO 88/00417 bekannten COFDM-Verfahren (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplex) auf eine Vielzahl von Trägerfrequenzen.

Dadurch verringert sich die Datenrate für jede Trägerfrequenz entsprechend, wodurch die Symboldauer vergrößert werden kann. Dies erhöht insbesondere die Resistenz gegen Störungen, die durch Mehrwegeempfang verursacht werden. Weitere Einzelheiten zum DAB können der Veröffentlichung "Terrestrischer digitaler Tonrundfunk" von Lothar Starke, erschienen in der Zeitschrift "telekom praxis", Nr. 12/92, Seiten 27—31, entnommen werden.

Ein derartiges Mehrkanalübertragungssystem bietet auch die Möglichkeit, eine digitale Fernsehübertragung zu realisieren, wie dies der Veröffentlichung "Digitale Fernsehübertragung — Systemkonzepte und Einführungschancen" von Dr. R. Kays, erschienen in der Zeitschrift "Fernseh- und Kinotechnik", Nr. 9/1992, Seiten 559—570, zu entnehmen ist. Auch bei einer digitalen Fernsehübertragung kann durch einen Gleichwellenbetrieb des Mehrkanalübertragungssystems der Bedarf an Bandbreite bei einem z. B. landesweiten Sendernetz im Vergleich zu herkömmlichen analogen Übertragungsverfahren reduziert werden.

Bei Hörfunk- oder Fernsehsendungen in einem Gleichwellennetz tritt jedoch das Problem auf, daß Informationen, die nur regional von Interesse sind, dennoch im gesamten Gleichwellennetz ausgesendet werden müssen, da die im Gleichwellenbetrieb ausgesendeten Daten per Definition im gesamten Gleichwellennetz identisch sein müssen.

Einen Ausweg zeigt ein Verfahren zur Übertragung regional unterschiedlicher Informationen in Gleichwellennetzen auf, das unter dem Aktenzeichen P 42 22 877.8 zum Patent angemeldet wurde. Bei diesem Verfahren werden regional unterschiedliche Informationen durch Aussenden einzelner Trägerfrequenzen während der Nullsymboldauer übertragen. Dabei wird durch eine entsprechend geringe Anzahl Trägerfrequenzen sichergestellt, daß die im Nullsymbol übertragene Energie nicht zu groß wird und eine zeitliche Synchronisation weiterhin möglich bleibt. Die zur Übertragung von Zusatzinformationen im Nullsymbol benutzten Trägerfrequenzen müssen so ausgewählt werden, daß aneinander angrenzende Sender unterschiedliche Trägerfrequenzen benutzen.

Dabei werden aufgrund der Einbindung der nur regional zu übertragenden Information in den Übertragungsrahmen des Gleichwellennetzes sehr hohe Anforderungen an die zeitliche und frequentielle Synchronisation der einzufügenden Information gestellt.

Um eine Frequenzsynchronisation zu ermöglichen, ist es aus der EP-A1-0 441 730 bekannt, ein Symbol, das eine Frequenzreferenz beinhaltet, zu übertragen. Vorzugsweise wird dazu das Nullsymbol verwendet. Dabei kann die Frequenzreferenz aus einer einzelnen Trägerfrequenz oder einem Kamm von Trägerfrequenzen bestehen. Im Empfänger wird aus der empfangenen Trägerfrequenz ein Signal zur automatischen Frequenzregelung erzeugt.

Aus dem Buch "Digital Communication" von Edward A. Lee und David G. Messerschmitt, erschienen 1988 bei Kluwer Academic Publishers in Boston, insbesondere Kapitel 16 und 17, sind zeit- und frequenzmultiplexe Übertragungsverfahren bekannt. Bei diesen werden Referenz- und Verkehrsbursts zur Definition von Übertragungsrahmen, zur Synchronisation und zur Zuordnung zu Zeitschlitzten übertragen.

Übertragungsverfahren, bei denen die Sender eines Rundfunkprogramms im Gleichwellenbetrieb arbeiten, sind der Entgegenhaltung nicht zu entnehmen. Weiterhin ist nicht bekannt, daß eine Einfügung von Übertragungsdaten in ein Übertragungssignal erfolgt. Die benutzten Referenz- und Verkehrsbursts ermöglichen es nicht, daß die zeitliche Synchronisation und die Synchronisation in der Frequenz von Daten, die in ein im Gleichwellenbetrieb ausgestrahltes DAB-Übertragungssignal eingefügt werden sollen, genau genug erfolgt.

Aus der DE-A1-41 28 713 ist ein Verfahren zur Messung der Trägerfrequenzablage in einem Mehrkanalübertragungssystem bekannt. Hierbei wird ein Testsignal vom Sender abgestrahlt, das mindestens eine periodisch fortgesetzte, differentiell codierte, selbstorthogonale Sequenz konstanter Amplitude enthält. Im Empfänger wird dieses Testsignal ausgewertet und liefert unter anderem eine Stellgröße für die automatische Frequenzregelung.

Aus der WO 92/05646 ist ein Empfänger für das Mehrkanalübertragungssystem bekannt. In diesem wird das Empfangssignal demoduliert und anschließend die Lage der komplexen Ebene in Abhängigkeit einer Anzahl digitaler Empfangswerte geschätzt, wodurch die Entscheidungsschwellen für die Empfangssignale adaptiv eingestellt werden. Wird dabei festgestellt, daß sich die komplexe Ebene dreht, bedeutet dies eine Frequenzablage im Empfänger, und der lokale Oszillator wird durch einen Frequenzregelkreis nachgeregelt.

Aus der DE-A1-41 13 584 ist ein Verfahren und eine Einrichtung zur Übertragung digitaler Tonsignale von Tonstudios zu den einzelnen Sendestationen eines Rundfunk-Sendernetzes bekannt. Hierbei werden die digitalen Tonsignale im Basisband nach dem DS1-Verfahren codiert und mehrere der so codierten Signale nach dem DSR-Verfahren über eine Satellitenstrecke zu den einzelnen Sendestationen übertragen.

Als nachteilig ist bei den bekannten Verfahren anzusehen, daß eine Zeit- und Frequenzsynchronisation zusätzlich in das Übertragungssignal einzufügender Daten unter Ausnutzung der ohnehin nach dem COFDM-Verfahren übertragenen Signale nicht möglich ist.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es deshalb, ein Verfahren und eine Schaltungsanordnung anzugeben, die es ermöglicht, in das Übertragungssignal eines Mehrkanalübertragungssystems Daten zeit- und frequenzgenau einzufügen. Weiterhin soll ein Übertragungskanal zwischen einer Zentrale und den einzelnen Sendern des Gleichwellennetzes zur Übertragung von Steuerinformation zu den Sendern bereitgestellt wer-

den.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die Merkmale der Patentansprüche 1, 6, 7, 8, 9 und 13 gelöst.

Die Vorteile der Erfindung liegen insbesondere darin, daß ein ohnehin zur zeitlichen Synchronisation übertragene Zeitreferenzsymbol verwendet wird. Dadurch entsteht kein Bedarf an zusätzlichen Synchronisationsymbolen. Das Zeitreferenzsymbol dient der zeitlichen Fensterung des Übertragungssignals bzw. der zeitlich genauen Einfügung zusätzlicher Daten im Mehrkanalübertragungssystem sowie der zeitlichen Steuerung der Frequenzgeneratoren. Durch die zeitliche Fensterung des Übertragungssignals besteht die Möglichkeit im gefensterten Zeitraum eine Datenübertragung zwischen überregionaler Zentrale und den Sendern des Gleichwellennetzes durchzuführen.

Einen weiteren Vorteil stellt die Benutzung des Zeit-Frequenz-Phasen-Referenzsymbols dar, da auch dieses ohnehin mit dem Übertragungssignal zur Verfügung steht. Die Erzeugung und Übertragung eines speziellen Frequenzreferenzsymbols ist dann nicht erforderlich.

Weiterhin vorteilhaft ist die Verwendung ohnehin zur Verfügung stehender Zeit- oder Frequenzreferenzsignale, wie z. B. das DFC-77-Signal. Dadurch entfällt die relativ aufwendige Erzeugung eines Frequenzreferenzsignals.

Weitere Ausgestaltungen und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung der Erfindung anhand von Figuren. Es zeigt:

Fig. 1 die Darstellung eines beispielhaften Rahmens des einem Mehrkanalübertragungssystem zugrundeliegenden Übertragungssignals in der Zeit-Frequenz-Ebene.

Fig. 2 die Darstellung aus Fig. 1 mit zusätzlichen regional übertragenen Daten im Nullsymbol,

Fig. 3 die schematische Darstellung eines Gleichwellennetzes in dem überregional sowie regional Übertragungsdaten erzeugt werden und

Fig. 4 eine Schaltungsanordnung zum zeit- und frequenzgenauen Einfügen zusätzlicher regionaler Daten in ein hochfrequentes Übertragungssignal.

In Fig. 1 ist ein Rahmen eines Übertragungssignals nach einem Mehrkanalübertragungsverfahren in der Zeit-Frequenz-Ebene dargestellt. Dieser Rahmen beginnt mit einem Null-Symbol Null, das im Empfänger zur Rahmensynchronisation dient und in dem keine Daten im Gleichwellennetz übertragen werden. Danach folgt ein Zeit-Frequenz-Phasen-Referenzsymbol TFPC, das im Empfänger zur Feinsynchronisation der Zeit, sowie zur Synchronisation von Frequenz und Phase benötigt wird. Anschließend folgen die Datensymbole DS1 bis DSn, in denen die Daten im Gleichwellennetz übertragen werden. Im dargestellten Beispiel wird das Übertragungssignal auf $m+1$ Trägerfrequenzen verteilt. Die Aussendung dieses Übertragungssignals in einem Gleichwellennetz bedingt nun, daß alle Sender, die dieses Gleichwellennetz bilden, frequenzstarr gekoppelt sind. Die Frequenzabweichungen einzelner Gleichwellensender müssen dabei sehr gering bleiben, da sonst die Bitfehlerrate deutlich ansteigt.

Sollen Daten nicht über das ganze Gleichwellennetz übertragen werden, sondern nur regional, kann das Null-Symbol Null hierfür genutzt werden, wovon im folgenden ausgegangen wird.

Fig. 2 zeigt exemplarisch, wie zusätzlich Daten im Null-Symbol Null übertragen werden können. Im Unterschied zu Fig. 1 wird in Fig. 2 der Zeitschlitz des

Null-Symbols Null zusätzlich genutzt, um über ausgewählte Trägerfrequenzen Daten zu übertragen. Hierbei wird durch die Anzahl der benutzten Trägerfrequenzen sichergestellt, daß die im Null-Symbol Null übertragene Leistung wesentlich geringer ist als die in den Datensymbolen DS1 bis DSn übertragene Leistung. Dadurch wird die Rahmensynchronisation durch die Übertragung zusätzlicher Daten nicht beeinträchtigt.

Die im Null-Symbol Null übertragenen Daten werden im Frequenz-Multiplex von den einzelnen Sendern abgestrahlt, so daß beispielsweise ein oder mehrere der im Null-Symbol Null eingezeichneten Frequenzbereiche oder Einzelträgerfrequenzen je einem Sender des Gleichwellennetzes zugeordnet werden können. Dadurch entsteht die Notwendigkeit, die regional übertragenen Daten zeit- und frequenzgenau in das Null-Symbol Null einzufügen, um das Sendesignal zu erzeugen.

Fig. 3 zeigt ein einfaches Gleichwellennetz, bestehend aus einer Zentrale ZE, in der das im Gleichwellenbetrieb in einer ersten Hochfrequenzlage abgestrahlte Übertragungssignal gemäß Fig. 1 erzeugt wird. Dieses kann sowohl im Basisband leitungsgebunden oder in einer zweiten Hochfrequenzlage über Funk an die Gleichwellensender S1 bis S4 übertragen werden. Den Gleichwellensendern S1 bis S4 sind weitere regionale Zentren Z1 bis Z4 zugeordnet, welche die in das Übertragungssignal nach Fig. 1 einzufügenden Daten liefern, wodurch das Sendesignal gemäß Fig. 2 erzeugt wird.

In Fig. 4 ist eine Schaltungsanordnung zum zeit- und frequenzgenauen Einfügen von Daten in ein Übertragungssignal eines Mehrkanalübertragungssystems dargestellt. Durch diese Schaltungsanordnung werden die von der Zentrale ZE ohnehin für die Empfänger übertragenen Referenzsignale zur zeitlichen und frequenziellen Synchronisation ausgewertet.

Das Eingangssignal der Schaltungsanordnung wird zunächst im Verstärker 1 verstärkt und durch einen Bandpaßfilter 2 wird das gewünschte Übertragungssignal gemäß Fig. 1 aus dem Eingangssignal herausgefiltert. Das derart erzeugte Übertragungssignal wird im Verstärker 3 erneut verstärkt und einer Synchronisierungs-Baugruppe 4, einem Mischer 7 und einem zweiten Bandpaß 10 zugeleitet.

Die Synchronisierungs-Baugruppe 4 erkennt anhand der Signalamplitude bzw. der übertragenen Leistung die Null-Symbole Null der Übertragungsrahmen und dient dem zeitlich synchronen Einfügen zusätzlicher Daten sowie der Fensterung des Übertragungssignals mit Hilfe der Baugruppe 9. Außerdem steuert sie die Frequenzgeneratoren 13 und 14. Die Synchronisierungs-Baugruppe 4 kann durch einen Amplituden- oder Hüllkurvendetektor realisiert werden. Bei einer Auswertung des TFPC-Symbols berechnet die Synchronisierungs-Baugruppe 4 aus diesem Symbol ein Signal zur zeitlichen Synchronisation. Hierfür ist die relativ aufwendige Berechnung der Fouriertransformierten des übertragenen TFPC-Symbols, die Berechnung der Differenz aus übertragenem und idealem TFPC-Symbol und die Berechnung der inversen Fouriertransformierten der Differenz erforderlich. Daher muß ein Laufzeitausgleich des Übertragungssignals durchgeführt werden.

In Baugruppe 5 ist die gesamte Anordnung zur Erzeugung der Trägerfrequenzen, die in Abhängigkeit von den einzufügenden Daten erzeugt werden, zusammengefaßt. Sobald von der Synchronisierungs-Baugruppe 4 ein Signal an Baugruppe 5 ausgegeben wird, gibt diese die in das Null-Symbol Null einzufügenden Trägerfrequenzen im Basisband oder in einer Zwischenfrequenz-

lage aus. Anschließend werden die Trägerfrequenzen im Mischer 6 in die Sendefrequenzlage gemischt und unerwünschte Mischprodukte durch ein Bandpaßfilter 17 beseitigt.

Durch Mischer 7 wird das Übertragungssignal gemäß Fig. 1 aus dem Basisband bzw. einer Zwischenfrequenzlage in die Sendefrequenzlage gemischt. Danach werden unerwünschte Mischungsprodukte durch einen Bandpaß 8 beseitigt.

Damit von der Zentrale ZE zu den Gleichwellensendern S1 bis S4 eine Übertragung zusätzlicher Informationen möglich ist, wird das Übertragungssignal in der Baugruppe 9 gefenstert. Wird das Null-Symbol Null zu dieser Datenübertragung benutzt, wird dieser Zeitschlitz nicht von der Baugruppe 9 weitergeleitet, sondern aus dem Übertragungssignal ausgeblendet, wodurch die Amplitude des Ausgangssignals von Baugruppe 9 im Null-Symbol Null für alle Frequenzen identisch Null ist. Die Baugruppe 9 wird dabei vom Ausgangssignal der Synchronisierungs-Baugruppe 4 zeitlich gesteuert. Die Fensterung ermöglicht eine Signalübertragung ausschließlich zwischen Zentrale ZE und Gleichwellensendern S1 bis S4, die dazu genutzt werden kann, Steuerdaten zu übertragen. Insbesondere ist die Übertragung von zusätzlichen Frequenzreferenzsymbolen im Null-Symbol Null möglich, welche eine oder mehrere Referenzfrequenzen beinhalten.

Das Ausgangssignal von Verstärker 3 wird einer weiteren Bandpaßfilterung 10 zugeführt und anschließend durch Verstärker 11 verstärkt. Durch die Bandpaßfilterung 10 wird eine Referenzfrequenz aus dem Frequenzreferenzsymbol herausgefiltert, die den Frequenzgeneratoren 12 und 13 als Referenzfrequenz dient. Als Frequenzgeneratoren 12, 13 können Phasen- und/oder Frequenzregelkreise eingesetzt werden, die zeitlich mit dem Zeitschlitz, in dem eine Referenzfrequenz übertragen wird, synchronisiert werden. Dadurch wird erreicht, daß in dem Zeitschlitz, in dem eine bekannte Referenzfrequenz vorliegt, die Frequenzgeneratoren 12 und 13 eine Frequenz mit hoher Genauigkeit erzeugen und während der übrigen Zeitschlitz diese Frequenz nicht ändern.

Die zeitliche Synchronisierung der Frequenzgeneratoren 12 und 13 auf die Zeitschlitz, in denen eine Referenzfrequenz übertragen wird, kann dabei in Abhängigkeit vom Ausgangssignal der Synchronisierungs-Baugruppe 4 erfolgen. Werden Frequenzreferenzsymbole im Null-Symbol Null übertragen, kann das Ausgangssignal nach einer Bandpaßfilterung 10 direkt den Frequenzgeneratoren 12 und 13 zugeführt werden. Wird das Zeit-Frequenz-Phasen-Referenzsymbol TFPC benutzt, um eine Referenzfrequenz zu erzeugen, ist eine zusätzliche Fouriertransformation der mit dem TFPC-Symbol übertragenen Signale erforderlich. Aufgrund der dafür benötigten Rechenzeit ist eine zeitliche Verzögerung des Ausgangssignals von Baugruppe 4 vorzunehmen (nicht eingezeichnet).

Die Frequenzgeneratoren 12 und 13 liefern die von den Mischern 6 und 7 benötigten Frequenzen, um die einzufügenden Daten und das Übertragungssignal des Gleichwellennetzes in die Sendefrequenzlage zu mischen. In Baugruppe 14 werden die einzufügenden Daten zum Übertragungssignal gemäß Fig. 1 addiert und dadurch das Ausgangssignal gemäß Fig. 2 erzeugt. Dabei ist aufgrund der zeitlichen Synchronisation sichergestellt, daß einzufügende Daten lediglich in dem Zeitschlitz vorliegen, in dem das Übertragungssignal des Gleichwellennetzes ausgeblendet wird. Dadurch kann

es nicht zu Interferenzen kommen. Durch die anschließende Bandpaßfilterung 15 wird das Ausgangssignal auf die Übertragungsbandbreite des Mehrkanalsystems begrenzt und unerwünschte Mischprodukte der zusätzlich eingefügten Daten werden beseitigt. Im letzten Verarbeitungsschritt erfolgt die Verstärkung des Übertragungssignals auf die gewünschte Sendeleistung in der Baugruppe 16 des jeweiligen Gleichwellensenders.

Alternative Realisierungsformen der beschriebenen Schaltungsanordnung lassen sich durch eine abweichende Anordnung oder Hinzufügen bzw. Weglassen der vorgesehenen Verstärker 1, 3 und 11 erreichen.

Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, die Mischer 6 und 7 in Abhängigkeit von der Frequenzlage der auftretenden Signale unterschiedlich anzuordnen. Insbesondere zwei Realisierungsmöglichkeiten, die zur Einsparung des Frequenzgenerators 12, des Mischers 7 und des Bandpasses 8 führen, sollen im folgenden beschrieben werden.

Für Füllsender (Gap-Filler) gemäß Fig. 5, die nicht die gleichen zusätzlichen Daten abstrahlen wie der Gleichwellensender, von dem das Übertragungssignal gemäß Fig. 1 übernommen wird, kann eine als bekannt voraussetzende Senderkennung des Gleichwellensenders als Referenz zur Synchronisation benutzt werden. Das zum Einfügen der zusätzlichen Daten in Baugruppe 9 gefensterte Übertragungssignal bleibt dabei in seiner Frequenzlage unverändert. Lediglich die einzufügenden Daten werden im Mischer 6 in die Sendefrequenzlage gemischt. Die übrigen Baugruppen haben die gleichen Funktionen wie in Fig. 4.

Sofern das Übertragungssignal des Gleichwellennetzes als Basisbandsignal zu den Sendern S1 bis S4 übertragen wird, kann es ohne Veränderung seiner Frequenzlage gemäß Fig. 6 der Baugruppe 9 zur Fensterung zugeführt werden. Dadurch wird Frequenzgenerator 12, Mischer 7 und Bandpaß 8 eingespart. Mischer 6 ist dann ebenfalls nicht für ein frequenzsynchronisiertes Einfügen zusätzlicher Daten erforderlich, wird aber noch zur Konvertierung in die Sendefrequenzlage benötigt. Das Ausgangssignal von Baugruppe 5 liegt ebenfalls im Basisband vor und kann in Baugruppe 14 unmittelbar zum Ausgangssignal von Baugruppe 9 addiert werden. Anschließend ist eine Mischung des Basisbandsignals in die Sendefrequenzlage erforderlich, wozu Mischer 6 zwischen den Baugruppen 14 und 15 angeordnet und ihm das Ausgangssignal des Frequenzgenerators 13 zugeleitet wird. Anschließend erfolgt durch das Bandpaßfilter 15 eine Unterdrückung unerwünschter Mischungsprodukte und durch Verstärker 16 die Verstärkung auf die Sendeleistung.

Eine weitere alternative Schaltungsanordnung ist in Fig. 7 dargestellt. Diese ermöglicht im Vergleich zur Schaltungsanordnung aus Fig. 4 eine möglichst weitgehende Signalverarbeitung im Basisband, wodurch an die Baugruppen 5, 9 und 14 geringere Anforderungen bezüglich ihrer Parameter bei hohen Frequenzen gestellt werden.

Das Eingangssignal von Bandpaß 2 kann in einer weitgehend beliebigen Frequenzlage vorliegen. Durch Frequenzgenerator 12 wird eine Frequenz zum Herunterschieben des Übertragungssignals im Mischer 7 in das Basisband bereitgestellt. Die zu erzeugende Frequenz wird dabei durch die Referenzfrequenz, die durch Bandpaß 10 aus dem Übertragungssignal herausgefiltert und den Frequenzgeneratoren 12 und 13 zugeleitet wird, festgelegt. Nachdem unerwünschte Mischprodukte durch Tiefpaß 18 herausgefiltert wurden, wird das

Übertragungssignal in Baugruppe 9 gefenstert. Dadurch werden Signale, die eventuell im Null-Symbol Null zum Sender übertragen wurden, ausgeblendet. Im Addierer 14 werden zum Übertragungssignal im Null-Symbol Null die einzufügenden Daten addiert. Danach wird das derart erzeugte Summensignal im Mischer 6 in die Sendefrequenzlage gemischt. Das dafür erforderliche Hochfrequenzsignal erzeugt Frequenzgenerator 13 aus der ihm zugeleiteten Referenzfrequenz. Bandpaß 15 beseitigt unerwünschte Mischprodukte und Verstärker 16 verstärkt das Sendesignal auf die gewünschte Sendeleistung. Die zeitliche Synchronisation erfolgt in der Schaltung aus Fig. 7 wie in der Schaltung aus Fig. 4.

Alternativ zu den bisher beschriebenen Ausführungsbeispielen besteht auch die Möglichkeit, das Eingangssignal von Baugruppe 10 zur Frequenzsynchronisation aus einem nicht im Übertragungsrahmen des Mehrkanalübertragungssignals enthaltenen Signal zu erzeugen. Besonders vorteilhaft ist die Auswertung des von der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt übertragenen Referenzsignals DFC77, das zur Frequenzsynchronisation benutzt werden kann. Es ist hierfür ein zusätzlicher Empfänger vorzusehen, der aus dem empfangenen DFC77-Signal für die Frequenzgeneratoren 12 und 13 entsprechende Signale mit Referenzfrequenzen erzeugt. Die Baugruppen 10 und 11 könnten dann entfallen.

Eine weitere Möglichkeit besteht in der Nutzung eines Netztaktes von digitalen Nachrichtennetzen, über die das Mehrkanalübertragungssignal den einzelnen Sendern zugeleitet wird. Beispielsweise das Integrated Services Digital Network (ISDN) weist einen konstanten Arbeitstakt auf, der ebenfalls genutzt werden kann, um für die Baugruppe 4 und die Frequenzgeneratoren 12 und 13 ein Referenzsignal zu erzeugen.

Das erfindungsgemäße Verfahren und die Schaltungsanordnung zu dessen Durchführung kann bei allen Übertragungsverfahren eingesetzt werden, die große Anforderungen bezüglich frequentieller und zeitlicher Synchronisation stellen. Insbesondere bei der Übertragung digitaler Videodaten (DVB) und digitaler Audiodaten (DAB) in einem Gleichwellennetz ist es von Vorteil.

Patentansprüche

1. Verfahren zum zeit- und frequenzsynchrone Einfügen von Daten in ein nach einem Mehrkanalübertragungsverfahren gebildetes Übertragungssignal, welches Synchronisationssymbole für eine Zeit- und Frequenzsynchronisation und eine Rahmenstruktur aufweist und in einem Gleichwellennetz übertragen wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Mehrkanalübertragungssignal in dem für die einzufügenden Daten vorgesehenen Zeit- und Frequenzbereich gefenstert wird, wodurch vorhandene Signale in diesem Bereich ausgeblendet werden, daß die einzufügenden Daten in das gefensterte Mehrkanalübertragungssignal in den dafür gefensterten Zeit- und Frequenzbereich eingeblendet werden, daß zur zeitlichen Synchronisation ein mit dem Mehrkanalübertragungssignal übertragenes Zeitreferenzsymbol benutzt wird, wodurch eine zeitlich genaue Steuerung von Frequenzgeneratoren (12, 13) und eine zeitlich genaue Festlegung des Einfügebegins und des Einfügebendes von einzufügenden Daten erreicht wird und daß zur Frequenzsynchronisation ein mit dem Mehrkanalübertragungssignal übertragenes Frequenzreferenzsymbol benutzt wird, wodurch die genaue Steuerung der Frequenz der einzufügenden Daten und des gesendeten Mehrkanalübertragungssignals erreicht wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß im Null-Symbol (Null) ein Frequenzreferenzsymbol übertragen wird oder daß ein Zeit-Frequenz-Phasen-Referenzsymbol (TFPC) als Frequenzreferenzsymbol benutzt wird und daß im Frequenzreferenzsymbol ein oder mehrere Trägerfrequenzsignale übertragen werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Zeitreferenzsymbol ein Null-Symbol (Null) verwendet wird, in dem die übertragene Energie gering ist, und/oder daß ein Zeit-Frequenz-Phasen-Referenzsymbol (TFPC) als Zeitreferenzsymbol benutzt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Mehrkanalübertragungssignal in einer überregionalen Zentrale (ZE) erzeugt wird, daß einzufügende Daten in einer regionalen Zentrale (Z1, Z2, Z3, Z4) erzeugt werden, daß die einzufügenden Daten einem oder mehreren Sendern zugeführt werden, daß das Mehrkanalübertragungssignal im Gleichwellenbetrieb aller an die Zentrale (ZE) angeschlossenen Sender (S1, S2, S3, S4) abgestrahlt wird und daß die eingefügten Daten im Frequenz- und/oder Zeitmultiplexverfahren von den Sendern (S1, S2, S3, S4) abgestrahlt werden.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das von den Frequenzgeneratoren (12, 13) ausgegebene monofrequente Signal in Zeitschlitten, in denen kein Frequenzreferenzsymbol übertragen wird, seine Frequenz ausreichend stabil hält und daß die Frequenz der Frequenzgeneratoren (12, 13) durch das Frequenzreferenzsymbol gesteuert wird.

6. Schaltungsanordnung mit einem Eingangssignal in einer Hochfrequenzlage zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Mehrkanalübertragungssignal nach einer ersten Filterung in einem Bandpaß (2) einer Baugruppe (4) zur zeitlichen Synchronisation, einem Mischer (7) zur Umsetzung von der Hochfrequenzlage in die Sendefrequenzlage mit einer anschließenden zweiten Filterung in einem Bandpaß (8) sowie einem dritten schmalbandigen Bandpaßfilter (10) zugeleitet wird, daß das Ausgangssignal der Baugruppe (4) zur zeitlichen Synchronisation einer Baugruppe (5) zur Einfügung von Daten, einer Baugruppe (9) zur Fensterung des Mehrkanalübertragungssignals und mindestens einem Frequenzgenerator (12, 13) zugeleitet wird, daß jedem Frequenzgenerator (12, 13) die mit dem Frequenzreferenzsymbol übertragene, durch eine Filterung in einem Bandpaß (10) des Mehrkanalübertragungssignals erzeugte Referenzfrequenz zugeleitet wird, daß das Ausgangssignal der Baugruppe (5) zur Einfügung von Daten in einem Mischer (6) mit dem Ausgangssignal eines Frequenzgenerators (13) gemischt wird und das Mischprodukt in einem Bandpaß (17) bandbegrenzt wird, daß in einer Baugruppe (14) zur Addition der einzufügenden Daten und des Mehrkanalübertragungssignals die beiden Signale addiert werden, daß das derart erhaltene Sendesignal nach einer vierten Filterung in einem Bandpaß (15) und Verstärkung in

einem Verstärker (16) abgestrahlt wird.

7. Schaltungsanordnung mit einem Eingangssignal im Basisband zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Mehrkanalübertragungssignal nach einer Filterung in einem Tiefpaß (2) einer Baugruppe (4) zur zeitlichen Synchronisation zugeleitet wird, daß das Ausgangssignal dieser Baugruppe (4) einer Baugruppe (5) zur Einfügung von Daten, einer Baugruppe (9) zur Fensterung des Mehrkanalübertragungssignals und einem Frequenzgenerator (13) zugeleitet wird, daß dem Frequenzgenerator (13) die mit dem Frequenzreferenzsymbol übertragene, durch eine erste Filterung in einem Bandpaß (10) des Mehrkanalübertragungssignals erzeugte Referenzfrequenz zugeleitet wird, daß in einer Baugruppe (14) zur Addition der einzufügenden Daten und des gefensternten Mehrkanalübertragungssignals die beiden Signale addiert werden, daß das Ausgangssignal dieser Baugruppe (14) mit dem Ausgangssignal des Frequenzgenerators (13) in einem Mischer (6) in die Sendefrequenzlage gemischt wird und daß das derart erzeugte Sendesignal nach einer zweiten Filterung in einem Bandpaß (15) und Verstärkung in einem Verstärker (16) abgestrahlt wird.

8. Schaltungsanordnung mit einem Eingangssignal in der Sendefrequenzlage zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Mehrkanalübertragungssignal nach einer ersten Filterung in einem Bandpaß (2) einer Baugruppe (4) zur zeitlichen Synchronisation zugeleitet wird, daß das Ausgangssignal dieser Baugruppe (4) einer Baugruppe (5) zum Einfügen von Daten, einer Baugruppe (9) zur Fensterung des Mehrkanalübertragungssignals und einem Frequenzgenerator (13) zugeleitet wird, daß dem Frequenzgenerator (13) die mit dem Frequenzreferenzsymbol übertragene, durch eine Filterung in einem Bandpaß (10) erzeugte Referenzfrequenz zugeleitet wird, daß das Ausgangssignal der Baugruppe (5) zur Einfügung von Daten in einem Mischer (6) mit dem Ausgangssignal des Frequenzgenerators (13) in die Sendefrequenzlage gemischt wird und durch einen Bandpaß (17) begrenzt wird, daß in einer Baugruppe (14) zur Addition der einzufügenden Daten und des gefensternten Mehrkanalübertragungssignals die beiden Signale addiert werden und daß das derart erzeugte Sendesignal nach einer Filterung in einem Bandpaß (15) und Verstärkung in einem Verstärker (16) abgestrahlt wird.

9. Schaltungsanordnung mit einem Eingangssignal in der Sende- oder Hochfrequenzlage zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Mehrkanalübertragungssignal nach einer ersten Filterung in einem Bandpaß (2) einer Baugruppe (4) zur zeitlichen Synchronisation, einem Mischer (7) zur Umsetzung in die Basisband- oder eine Zwischenfrequenzlage mit einer anschließenden Filterung in einem Tiefpaß (18) sowie einem zweiten schmalbandigen Bandpaß (10) zugeleitet wird, daß das Ausgangssignal der Baugruppe (4) zur zeitlichen Synchronisation einer Baugruppe (5) zur Einfügung von Daten, einer Baugruppe (9) zur Fensterung des Mehrkanalübertragungssignals und mindestens einem Frequenzgenerator (12, 13) zugeleitet wird,

daß jedem Frequenzgenerator (12, 13) die mit dem Frequenzreferenzsymbol übertragene, durch eine Filterung des Mehrkanalübertragungssignals in einem Bandpaß (10) erzeugte Referenzfrequenz zugeleitet wird, daß in einer Baugruppe (14) zur Addition der einzufügenden Daten und des Mehrkanalübertragungssignals die beiden Signale addiert werden, daß das Summensignal in einem zweiten Mischer (6) mit dem Ausgangssignal eines Frequenzgenerators (13) in die Sendefrequenzlage gemischt und nach einer Filterung in einem Bandpaß (15) und Verstärkung in einem Verstärker (16) ausgesendet wird.

10. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß als Baugruppe (4) zur zeitlichen Synchronisation ein Amplituden- bzw. Hüllkurvendetektor eingesetzt wird, daß als Baugruppe (5) zum Einfügen von Daten eine Schaltungsanordnung zum Erzeugen von Trägerfrequenzen, insbesondere aus binären Daten, verwendet wird, und daß als Baugruppe (9) zur Fensterung des Mehrkanalübertragungssignals ein Amplitudenmodulator verwendet wird.

11. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß als Baugruppe (4) zur zeitlichen Synchronisation eine Steuereinheit zur Berechnung der Fouriertransformierten aus dem übertragenen Zeit-Frequenz-Phasen-Referenzsymbol (TFPC), zur Subtraktion eines gespeicherten idealen von dem übertragenen Zeit-Frequenz-Phasen-Referenzsymbol (TFPC) und zur Berechnung der inversen Fouriertransformierten aus dem Differenzsignal benutzt wird und daß die Steuereinheit nachfolgende Baugruppen (5, 9, 12, 13) ansteuert, wenn die inverse Fouriertransformierte einen Mindestwert übersteigt.

12. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 6 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß an verschiedenen Stellen der Schaltungsanordnung vorzugsweise vor und/oder nach Filtern (2, 8, 10, 15), Verstärker (1, 3, 11) eingefügt werden.

13. Verfahren zum zeit- und frequenzsynchrone Einfügen von Daten in ein nach einem Mehrkanalübertragungsverfahren gebildetes Übertragungssignal, welches Synchronisationssymbole für eine Zeit- und Frequenzsynchronisation und eine Rahmenstruktur aufweist und in einem Gleichwellennetz übertragen wird, dadurch gekennzeichnet, daß das Mehrkanalübertragungssignal in dem für die einzufügenden Daten vorgesehenen Zeit- und Frequenzbereich gefenstert wird, wodurch vorhandene Signale in diesem Bereich ausgeblendet werden, daß die einzufügenden Daten in das gefensternte Mehrkanalübertragungssignal in den dafür gefensterten Zeit- und Frequenzbereich eingeblendet werden, daß zur zeitlichen Synchronisation und/oder zur Frequenzsynchronisation der einzufügenden Daten und des Mehrkanalübertragungssignals ein über ein Nachrichtennetz zur Weiterverarbeitung des Mehrkanalübertragungssignals mitübertragenes Taktsignal und/oder ein unabhängig vom Mehrkanalübertragungssignal empfangenes Referenzsignal benutzt wird, wodurch eine zeitlich genaue Steuerung von Frequenzgeneratoren (12, 13) und eine zeitlich genaue Festlegung des Einfügebegins und des Einfügebendes von einzufügenden Daten erreicht wird.

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

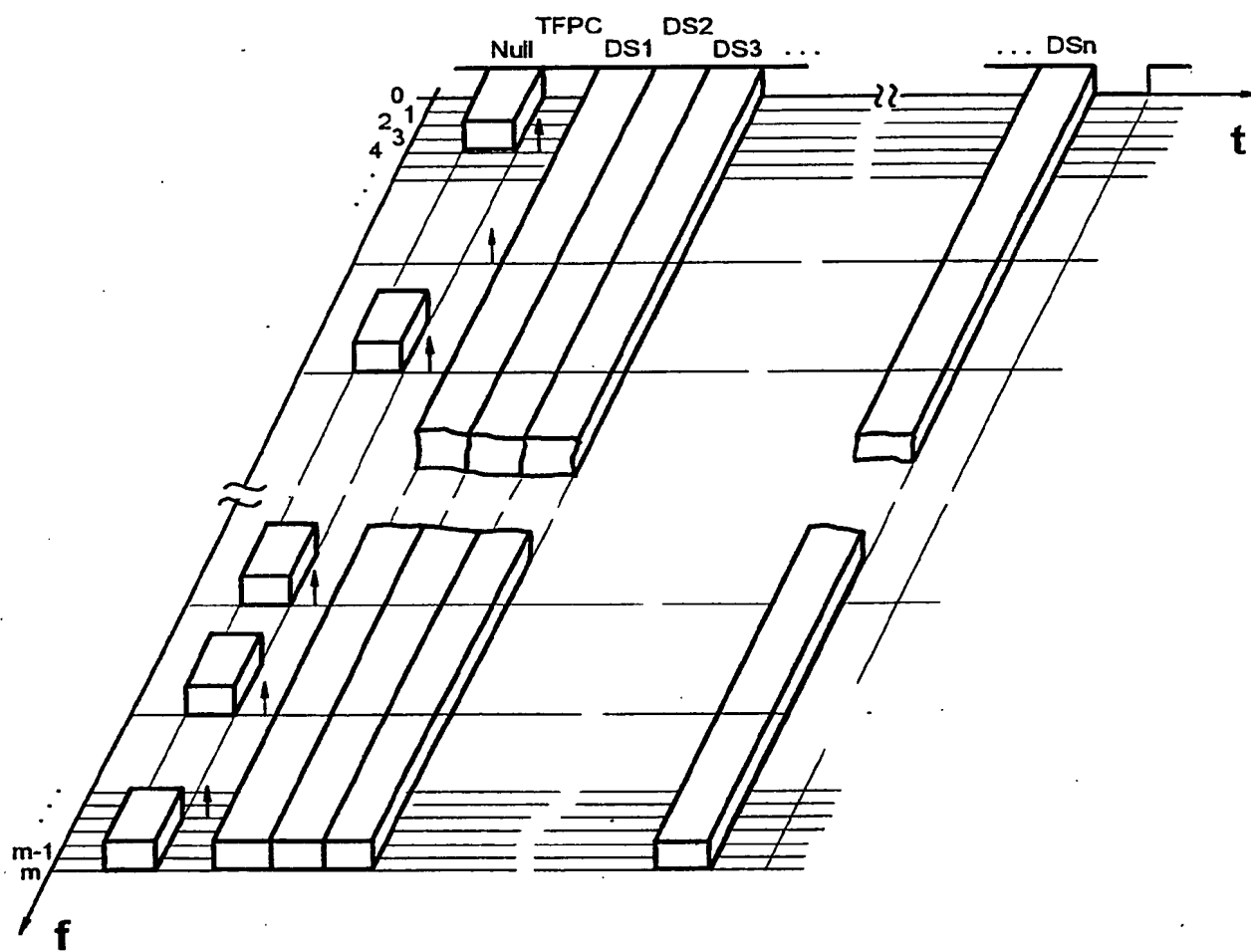


Fig. 2

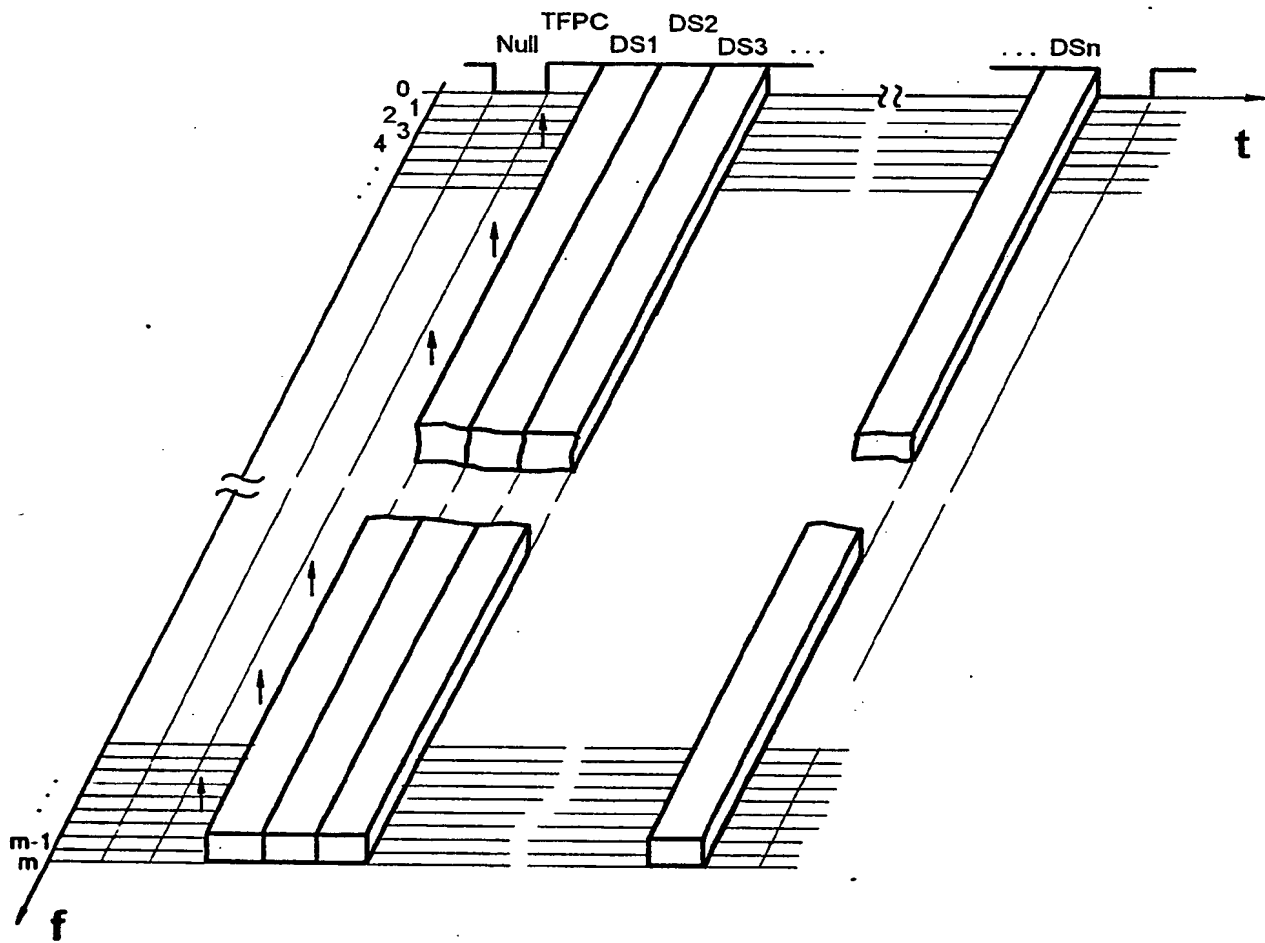


Fig.1

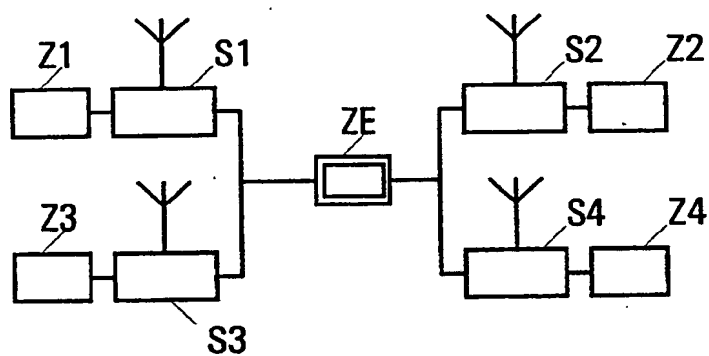


Fig. 3

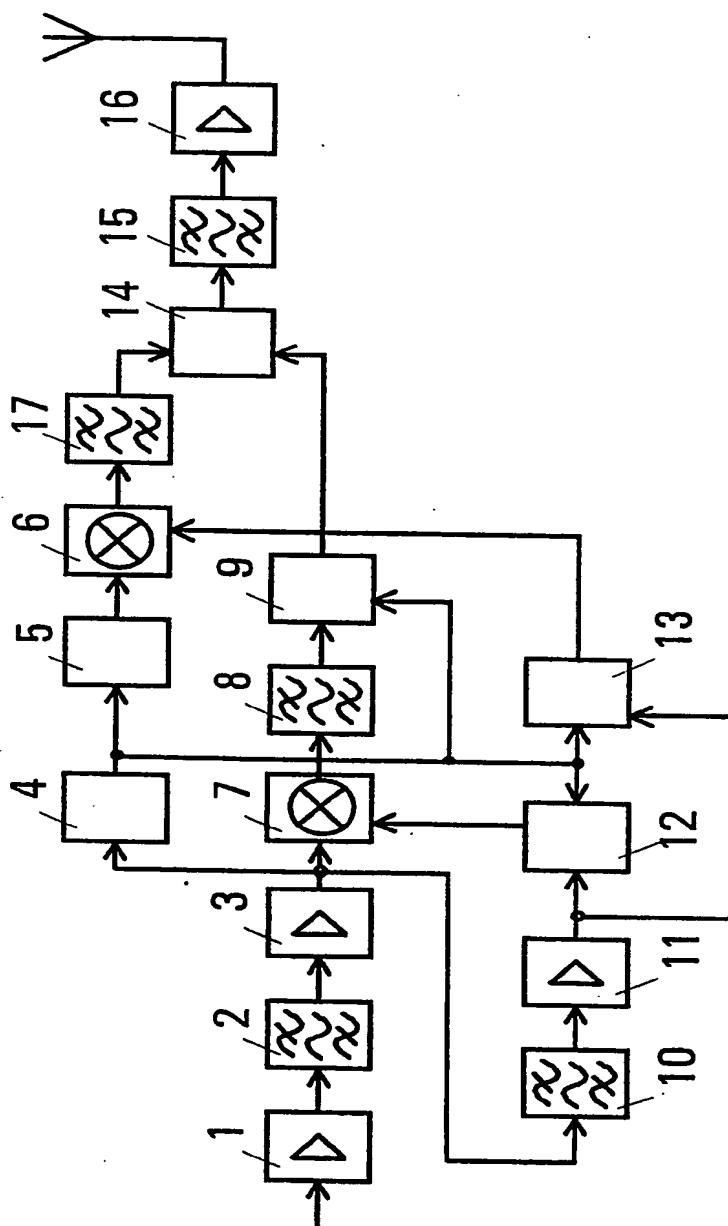


Fig. 4

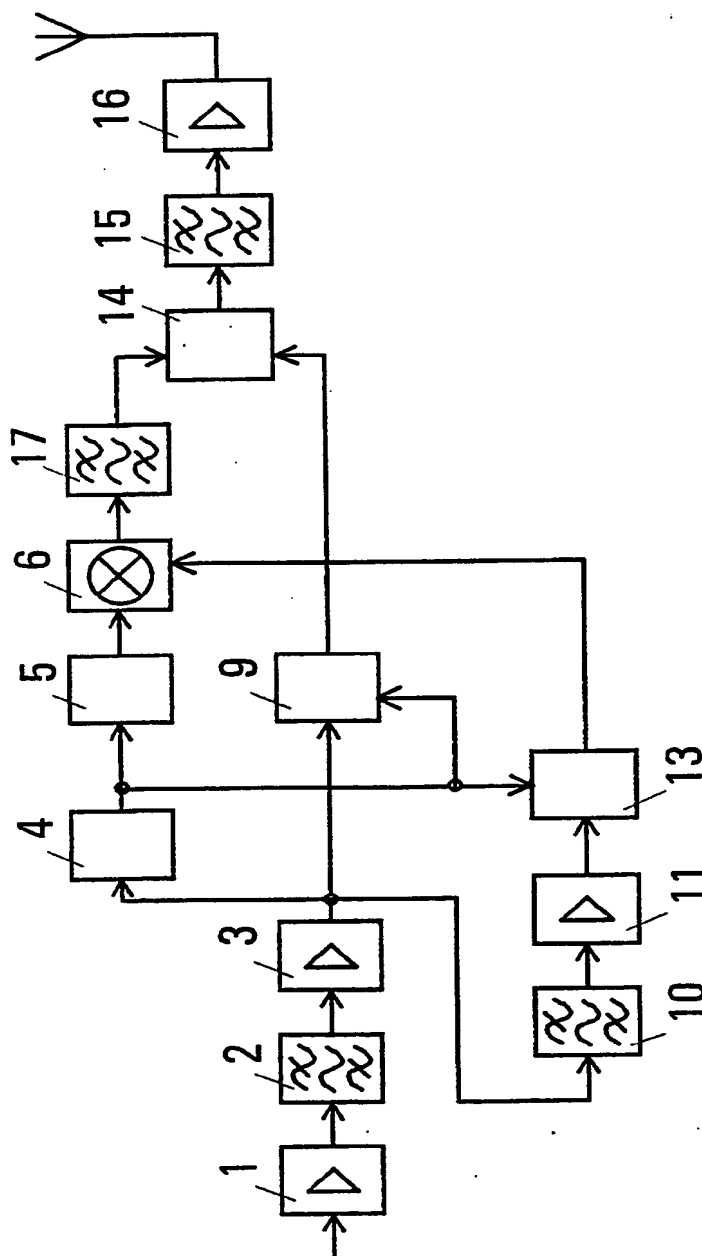


Fig. 5

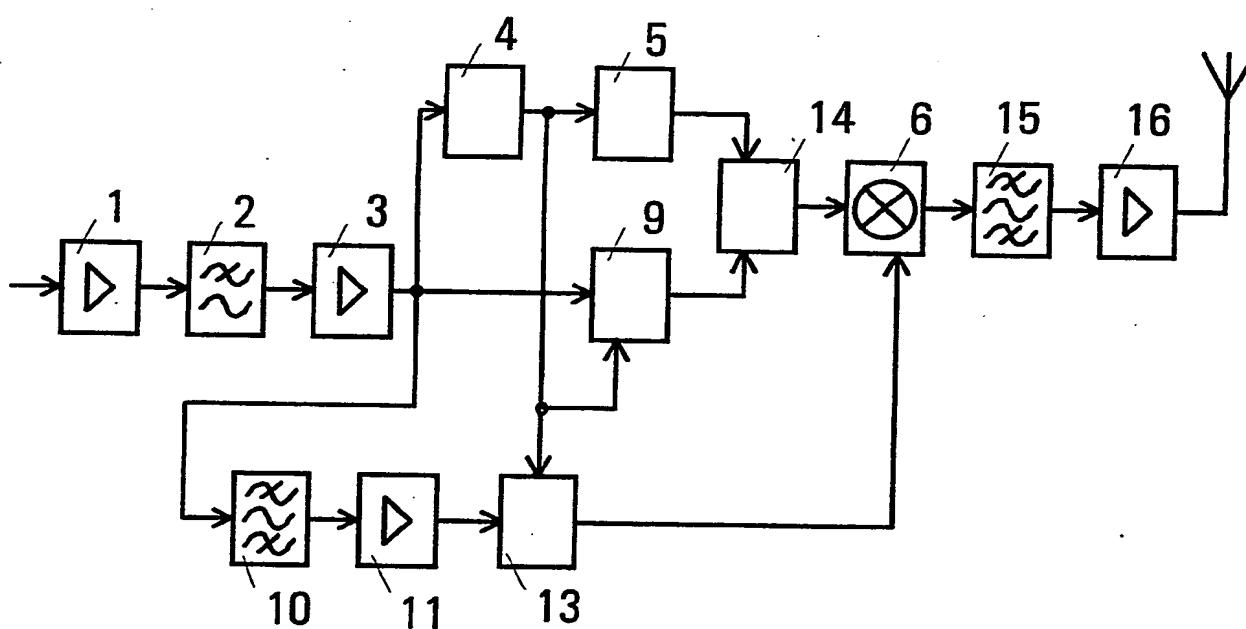


Fig. 6

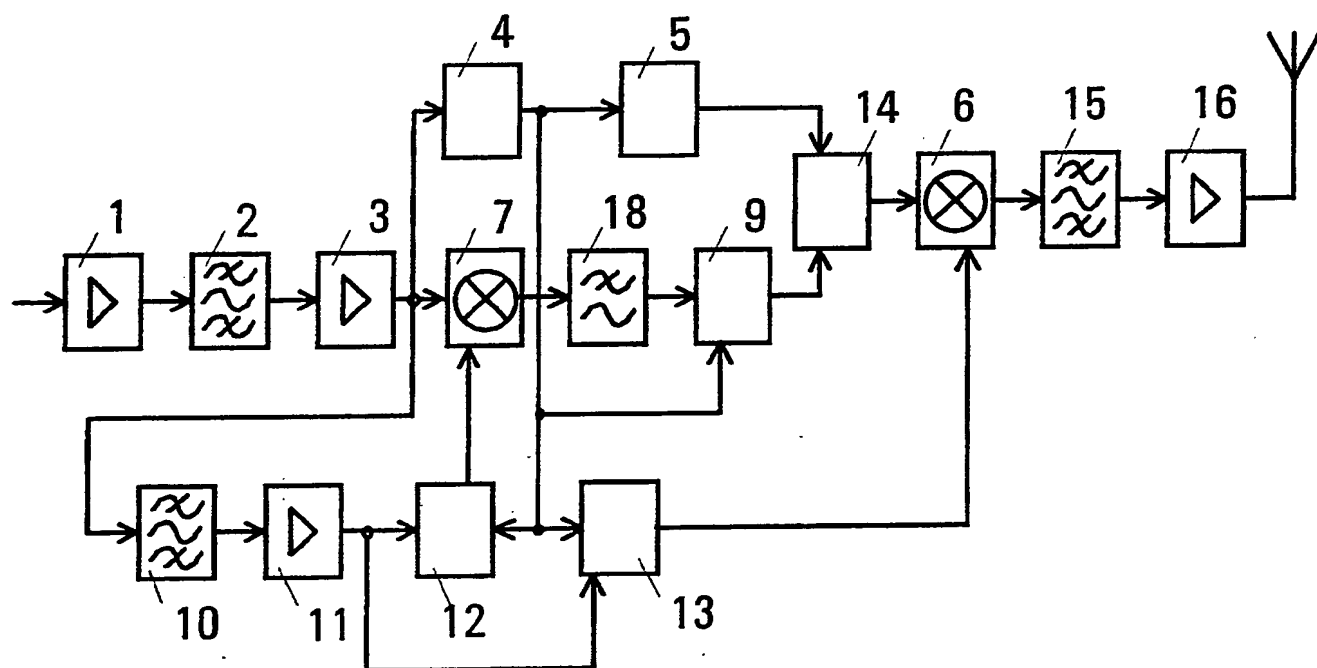


Fig. 7